

Ein Jahrhundert BG-Forschung – Rückblick und Perspektiven¹

Dieser Beitrag gibt einen Überblick zur berufsgenossenschaftlichen Forschung von den Anfängen vor einem Jahrhundert bis heute und beleuchtet neue Herausforderungen, die auf die Unfallversicherungen zukommen. Es wird einerseits deutlich, wie sich Themen und Schwerpunkte der Forschung mit der technologischen Entwicklung und im gesellschaftlichen Wandel in der Arbeitswelt verschoben haben und sich noch immer verändern. Andererseits zeigt sich, wie eng miteinander verzahnt fast alle berufsgenossenschaftlichen Forschungsaktivitäten zum Arbeits- und Gesundheitsschutz und zur Rehabilitation sind. Da es nicht möglich ist, alle Forschungsfelder und Sachgebiete in ihrer historischen Entwicklung hier darzustellen, werden wichtige Themen mit exemplarischem Charakter herausgegriffen und in ihren Wurzeln, ihren wesentlichen Ergebnissen und zukünftigen Herausforderungen beschrieben.

Die Anfänge

Die Anfänge berufsgenossenschaftlicher Forschung liegen ein Jahrhundert zurück – ein konkreter Stichtag lässt sich nicht angeben, weil es für die verschiedenen Forschungszwecke Prävention, Rehabilitation und Berufskrankheiten unterschiedliche Startzeitpunkte gibt. Den Anfang

bildet am Ende des 19. Jahrhunderts die Forschung in Verbindung mit der medizinischen Heilbehandlung und Rehabilitation. Hier werden Unfallverletzte in der ersten berufsgenossenschaftlichen Klinik, der 1890 in Betrieb genommenen „Krankenanstalt Bergmannsheil“ der Knappschafts-Berufsgenossenschaft (heute: Bergbau-Berufsgenossenschaft) in Bochum (siehe Seite 221) versorgt. Von der Einrichtung eines „medico-mechanischen“ Instituts im Jahre 1892, in dem verletzungsbedingte Versteifungen und Muskelschwächen Unfallverletzter durch systematische aktive und passive Bewegungen an Übungsmaschinen behoben werden sollten, wird berichtet [1], siehe Abbildung 1.

Im Jahre 1906 gründen die gewerblichen Berufsgenossenschaften die Kaiser-Wilhelm- und Kaiserin-Auguste-Viktoria-Stiftung deutscher Berufsgenossenschaften (Abbildung 2) mit dem Ziel, Erfindungen und Arbeiten aller Art auf dem Gebiet der Unfallverhütung und des Schutzes von Leben und Gesundheit der Arbeiter zu fördern und zu unterstützen [2; 3]. Sie kann als Vorläuferin der berufsgenossenschaftlichen Forschungsförderung angesehen werden.



Abbildung 1: Medico-mechanisches Institut in der Krankenanstalt Bergmannsheil, Bochum (Quelle: [1]).

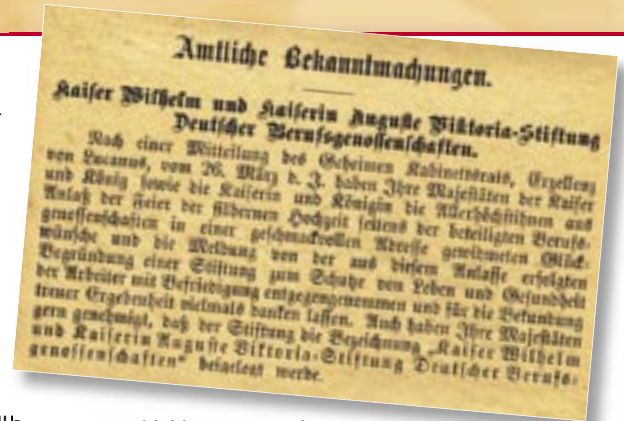


Abbildung 2: Gründung einer BG-Stiftung 1906 [3].

Ein katastrophales Bergwerkunglück auf der Zeche Radbod bei Hamm im Jahre 1908 mit 348 Toten (Abbildung 3) gibt den Anstoß zur Beteiligung der Bergbau-Berufsgenossenschaft an einer Versuchsstrecke in Dortmund-Derne [4]. Mitfinan-



Abbildung 3: Benzinsicherheitslampe, die nach dem Grubenunglück auf der Zeche Radbod geborgen wurde (Quelle: Bergbau-Archiv beim Deutschen Bergbau-Museum Bochum).

¹ Autorenkollektiv: K. Meffert, H. Blome, M. Mattenklott, W. Pflaumbaum, P. Paszkiwicz, A. Kolk, G. Schneider, H. Siekmann, E. Christ, G. Kloß, M. Schaefer, R. Ellegast (BGIA), T. Brüning, H. Kafferlein, M. Raulf-Heimsoth, B. Pesch, G. Johnen, R. Merget, T. Weiß, M. Haufs (BGFA), B. Pfeiffer, D. Windemuth (BGAG), N. Ulitzka (Bergbau-Berufsgenossenschaft), W. Ulmer (Lungenfunktionsforschung Bochum), K.-M. Müller (Institut für Pathologie und Deutsches Mesotheliomregister Bochum)



Abbildung 4: Staubexplosion am Ende der 200-m-Strecke der Bergbauversuchsstrecke in Dortmund-Derne (Quelle: EXAM).

ziert wird u. a. eine Strecke von 200 m Länge zur Erforschung des Verlaufs von Schlagwetter- und Kohlestaubexplosionen (Abbildung 4). Damit ist der erste Schritt zur Unfallforschung durch die Berufsgenossenschaften getan. 1927 erfolgt dann die Gründung einer Versuchsrubengesellschaft, ebenfalls unter Beteiligung der damaligen Knappschafts-Berufsgenossenschaft.

Die Forschungen zu Berufskrankheiten, ihren Ursachen und Präventionsmöglichkeiten finden schließlich ihren Anfang in den 1930er-Jahren, unter anderem gestützt auf die erste Berufskrankheitenverordnung 1925, durch die der Versicherungsschutz auch auf Berufskrankheiten ausgedehnt wird [2; 5]. Die insbesondere im Bergbau, der Steine- und Erdenindustrie sowie der Keramikindustrie auftretenden schweren Staublungenenerkrankungen und die häufig mit ihnen einhergehenden Lungentuberkulosen führen dazu, dass diese Erkrankungen – die Silikosen – 1929 in die Liste der entschädigungspflichtigen Berufskrankheiten aufgenommen werden. Die gewerblichen Berufsgenossenschaften reagieren darauf mit einem ganzen Bündel von Maßnahmen, die darauf gerichtet sind, Grundlagen für geeignete Präventionsmaßnahmen zu schaffen. So finden in der Porzellanindustrie systematische Untersuchungen der staubbelasteten Arbeitsvorgänge statt. Auf Anregung der Steinbruchs-Berufsgenossenschaft wird schließlich 1935 die erste gemeinsame Forschungseinrichtung, die Staubbekämpfungsstelle, beim Verband der gewerblichen Berufsgenossenschaften in Berlin eingerichtet, aus der sich Jahrzehnte später das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitsschutz – BGIA entwickelt [5]. Die Notgemeinschaft „Silikosebekämpfung Siegerland“ wird 1937 von der Knappschafts-Berufsgenossenschaft in die Bohrstaubbekämpfungsstelle überführt, ein Vorläufer des Silikose-Forschungsinstitutes – SFI der Bergbau-

Berufsgenossenschaft [4]. Aus diesem Institut entwickeln sich später das Institut für Gefahrstoff-Forschung – IGF [6] und das Berufsgenossenschaftliche Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin – BGFA [7].

■ Medizinische Forschung in BG-Kliniken: Diagnose und Heilbehandlung

Bei der Frage nach den Anfängen der Forschung in den Kliniken der Berufsgenossenschaften richtet sich der Blick zwangsläufig auf das Bergmannsheil in Bochum. Während die Mehrzahl der heutigen BG-Kliniken ihre Pforten zwischen 1953 und 1970 öffnet und die Häuser in den neuen Bundesländern erst in neuester Zeit ihre Arbeit aufnehmen, ist das Bergmannsheil als älteste Unfallklinik der Welt bereits seit 1890 in Betrieb. Wenige Jahre später folgen, ebenfalls als Einrichtungen der früheren Knappschafts-Berufsgenossenschaft, das damalige – und heute in breiterer Trägerschaft befindliche – Bergmannstrost in Halle an der Saale (1894) und die nicht mehr existierende Unfall-Nervenheilanstalt Bergmannswohl in Schkeuditz bei Leipzig (1910). Es ist unbestritten, dass die Forschungstätigkeit der damals tätigen Mediziner der Sozialversicherung in vielfacher Hinsicht neue Wege weist, insbesondere auf dem Gebiet der Berufskrankheiten. Dies gilt nicht allein für die Diagnose und Therapie, sondern auch für die Suche nach neuen Wegen in der Verhütung dieser Krankheiten wie auch von Unfällen.

Motor der Entwicklung ist von Anfang an die bis heute durchgehaltene Maxime, die medizinische Leitung der Häuser ausschließlich höchstqualifiziertem wissenschaftlichen Personal anzuvertrauen. Das Ergebnis: Schon die baulichen Voraussetzungen entsprechen dem jeweils neuesten Kenntnisstand, ebenso die apparative und therapeutische Ausstattung. So verfügt das Bergmannsheil praktisch von Anfang an über ein medico-mechanisches Institut, das erst 1920 Konkurrenz bekommt durch Massagen und Bäderbehandlung. Damit sind die Grundlagen der modernen Rehabilitation gelegt. 1896, nur ein Jahr nach Erfindung der Röntgenstrahlen, folgt eine weitere Pionierleistung: Das erste „Röntgen-Cabinet“ wird installiert. Zunächst dient es vorwiegend den Chirurgen, die bereits an das Streckbett zur Behandlung von Wirbelsäulenverletzungen denken und die Steilmannsche Nagelung bei Frakturen in Angriff nehmen. Sie kümmern sich

übrigens auch um die Ausbildung der Bergleute als Ersthelfer und schulen in wenigen Jahren tausende, oft direkt auf den Bergwerken, womit sie die Idee des Erhalts der körperlichen Unversehrtheit unmittelbar in die Betriebe tragen. Sie beschleunigen den Verletztentransport in die Klinik und fahren das erste Krankenautomobil der Welt. Wo Gliedmaßen nicht mehr zu retten sind, machen sie sich an die Fertigung von Kunstgliedern. 1913 entsteht die erste eigene orthopädische Werkstatt – eine Einrichtung, die auch heute noch am Bergmannsheil existiert.

Schon seit vielen Jahren beobachten die Ärzte im Übrigen bei schwer verletzten Bergleuten eine auffällige Niedergeschlagenheit, auch wenn ihre Genesung gute Fortschritte macht. Sie nennen dieses Phänomen „traumatische Neurose“ und schlagen vor, dies als Berufskrankheit anzuerkennen – ein Vorhaben, das 1926 scheitert. Anders bei der Silikose: sie zu einer Berufskrankheit zu machen, ist ebenfalls eine Initiative der Mediziner, und sie haben 1929 Erfolg, obwohl die finanziellen Auswirkungen für die Berufsgenossenschaft und die Bergbauunternehmen dramatisch sind.

Die Chirurgen sind nicht die einzigen, die von dem Röntgen-Cabinet profitieren. Wo man bislang auf den Pathologen angewiesen ist, wird es jetzt möglich, schon zu Lebzeiten zu sehen, was in der Lunge vor sich geht. Schon seit Jahrhunderten wissen die Bergleute, dass sich der bei ihrer Arbeit aufgewirbelte Staub in der Lunge festsetzt, Atembeschwerden erzeugt und ein Leiden hervorbringt, „das die Griechen Asthma nennen“ (Agricola). 1867 finden die Ärzte endlich eine Erklärung für die inzwischen ebenfalls beobachtete, bislang aber unverstandene Schwarzfärbung der



Abbildung 5: Der skeptische Blick auf das Bild der eigenen Lunge: Im Kampf gegen die Silikose ist die Einführung von Röntgenuntersuchungen direkt vor Ort ein entscheidender Schritt.

Lunge: Es handelt sich definitiv um eingelagerten Kohlenstaub. Aber das stellen sie im Einzelfall erst nach dem Tod des Bergmanns fest. Dank der Röntgenstrahlen sind die feinsten Veränderungen jetzt beim Lebenden zu erkennen und es entsteht eine international standardisierte Röntgenmorphologie der Bergarbeiterpneumokoniose – eine Entwicklung, an der die Ärzte des Bergmannsheil entscheidend mitwirken. In den Folgejahren werden die Bergarbeiter schon auf den Gruben von Werksärzten röntgenologisch überwacht (Abbildung 5). Klinische Forschung und betriebliche Praxis gehen eine bis heute fortdauernde Kooperation ein (siehe Seite 284, 291). Die Verbesserung der Hygiene und die Anwendung der Chemotherapie führen zu einer starken Abnahme der Siliko-Tuberkulosen. Dennoch: Immer wieder beobachten die Ärzte Bergleute mit schwerer Atemnot, ohne pneumokoniotische Veränderungen der Lunge festzustellen. Andererseits finden sie schwere röntgenologische Veränderungen, aber den Bergleuten geht es relativ gut. Mit der Suche nach einer Erklärung hierfür schlägt die Stunde der Ganzkörperplethysmographie, mit der es gelingen soll, Strömungswiderstände in den Atemwegen zu messen. Die Ursprungsidee zu diesem Verfahren stammt aus dem Jahr 1882. Das Bergmannsheil arbeitet bis in die 1950er-Jahre hinein an der Fortentwicklung für den klinischen Einsatz. Damit sind die Forscher den obstruktiven Atemwegserkrankungen auf der Spur. Neue berufsbedingte Krankheitsbilder, wie Allergien oder Asbestfolgeerkrankungen, entstehen und führen auch zur Anerkennung neuer Berufskrankheiten, wie etwa das Bronchialkarzinom bei Koksofenarbeitern. Parallel läuft die Suche nach geeigneten Therapieformen und Langzeitstudien am Bergmannsheil tragen entscheidend zum Siegeszug der Glukortikosteroide bei obstruktiven Atemwegserkrankungen bei. Auf der Grundlage der Forschungsergebnisse erfährt die präventive Ausgestaltung der Arbeitswelt einen grundlegenden Wandel.

Perspektive

Die BG-Kliniken sind heute in noch wesentlich größerem Umfang in Forschungsvorhaben engagiert. Der Beitrag „Stammzellen, Intelligente Implantate, Telemedizin“ (Seite 284) gibt einen Überblick über die aktuelle medizinische Forschungslandschaft anhand ausgewählter Beispiele.

■ Schlagwetter- und Kohlenstaubsicherheit, Staubexplosionsschutz

Intensiv wird in der Bergbauversuchsstrecke in Dortmund-Derne ab 1908 und später auch in anderen Versuchsstrecken nach den Ursachen für Explosionen und Bränden geforscht. Denn erst die genaue Kenntnis der physikalischen Zusammenhänge bietet die Möglichkeit, wirksame Schutzmaßnahmen zu entwickeln. Schlagwetter- und Kohlenstaubsicherheit, das Abgasungsverhalten von Kohle, Methoden der Brandbekämpfung und Explosionsunterdrückung, sichere Schachtförderung: Das alles sind Themen, mit denen sich die Forschung auseinandersetzt. Staubexplosionen und Verpuffungen stellen aber auch in anderen Industriebereichen, z. B. in der Holzindustrie oder Lebensmittelherstellung einen erheblichen Risikofaktor dar (Abbildung 6). Deshalb befasst sich das Staubforschungsinstitut bereits in den 1950er-Jahren mit grundlegenden Fragen zur Explosionssicherheit von Stäuben, ebenso wie die Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten (siehe Seite 277).

■ Staub und Silikose

Staubbekämpfung und Verhinderung von Staublungerkrankungen sind bereits in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts berufsgenossenschaftliche Forschungsschwerpunkte und führen zur Gründung entsprechender Fachinstitute [4 bis 8]. Die dort durchgeführten Forschungen betreffen auf der technischen Seite Eigenschaften, Zustand, Zusam-



Abbildung 6: Mehlstaubexplosion in der Bremer Rolandmühle (1979).

mensetzung und Messung von Stäuben, insbesondere Grubenstäuben, sowie effektive Maßnahmen der technischen und organisatorischen Staubbekämpfung einschließlich persönlicher Staubschutzmaßnahmen. Im medizinischen Bereich geht es um die gesundheitsgefährdende Wirkung der Stäube, also die Weiterentwicklung medizinischer Kenntnisse über Zusammenhänge zwischen Staubexposition und auftretenden Erkrankungen, um wirksame therapeutische und prophylaktische Maßnahmen etablieren und anwenden zu können (s. Seite 255, 284).

Grundlegende Entwicklungsarbeiten sind zunächst im Bereich der Mess- und Analysetechnik zu leisten. Nur mit Informationen zur Exposition und zu den Inhaltsstoffen können Schutzmaßnahmen und ihre Wirksamkeit beurteilt werden. Mit der Aufnahme der Silikose als zu entschädigende Berufskrankheit in die 2. Berufskrankheitenverordnung im Jahre 1929 beginnen auch systematische Untersuchungen von staubbelasteten Arbeitsvorgängen (Abbildung 7) in der Industrie, insbesondere bei der Steingewinnung und in der Porzellanindustrie.



Abbildung 7: Steinmetzarbeiten in den 1960er-Jahren.

Bereits 1932 können der Umfang der Staubgefährdung ermittelt sowie Gefahrenquellen und Schutzmöglichkeiten im Bereich Steine und Erden sowie im Baugewerbe erkannt werden (siehe auch Seite 242, 269).

Von der Silikoseforschungsstelle wird 1947 ein Atlas zur Charakterisierung der Silikosegefährlichkeit von Gesteinen deutscher Lagerstätten herausgegeben. Dieser Atlas ist das Resultat jahrelanger systematisch durchgeführter Untersuchungen. Die Mineralzusammensetzung der wichtigsten deutschen Gesteine und Lagerstätten, der bei den Bearbeitungsprozessen daraus entstehenden Stäube sowie die Bewertung der Silikosegefährlichkeit von Gesteinen und nutzbaren Mineralien deutscher Lagerstätten liegen ihm zugrunde. Er ist bis heute von Bedeutung und dient als wesentliche Informationsquelle, um zielgerichtete Maßnahmen zur Staubbekämpfung sowie -beurteilung zu initiieren. Mit dem Bewertungssystem werden verschiedene Staubbestandteile mit der Stärke der lungenschädigenden Wirkung verknüpft (Mineralwertzahl). Kombiniert mit einer Feinstaubkonzentration ergibt sich daraus die Staubwertzahl. Berücksichtigt werden Informationen zur Art und Konzentration von Stäuben und zu den beobachteten Silikosefallzahlen. Darauf aufbauend wird vom SFI 1958 ein Konzept für die Beurteilung der Staubbelastung durch silikogene Stäube an Arbeitsplätzen vorgestellt. Dies wird in den 1960er-Jahren weiterentwickelt und bereits vor Festlegung eines Grenzwertes als Grundlage für eine zielgerichtete Umsetzung von Schutzmaßnahmen anerkannt.

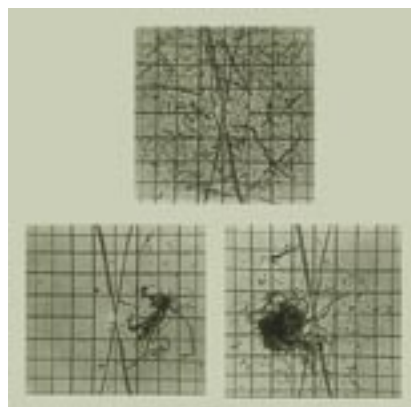
Die vielen durch Quarz verursachten Krankheitsfälle sind nicht nur ein Problem der Prävention. Für die Anerkennung als Berufskrankheit gilt es auch, ein System der wissenschaftlich begründeten Kausalität zwischen Belastungen am Arbeitsplatz und Erkrankungen aufzustellen. Hierzu werden medizinische Instrumente und diagnostische Methoden entwickelt. Regelmäßige röntgenologische Untersuchungen der staubbelasteten Bergleute liefern eine hervorragende Dokumentation über die im Röntgenbild nachweisbaren silikotischen Veränderungen (Abbildung 8). Neben Entwicklungen auf bildgebendem Gebiet steht eine qualitätsgesicherte Lungenfunktionsprüfung im Mittelpunkt wissenschaftlicher Forschungen. Untersuchungen im SFI und in den Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil können zeigen,



Abbildung 8: Röntgenaufnahme einer Lunge mit silikotischen Veränderungen.

dass Atemwegsobstruktionen auch relativ häufig bei nicht gegenüber Staub Exponierten vorkommen. Neben staubbedingten Ursachen werden Atemwegsobstruktionen durch virale und bakterielle Infektionen, Atemwegsallergien sowie Tabakrauchen verursacht. Genetische Faktoren spielen für die Krankheitsmanifestation vermutlich ebenfalls eine Rolle. In Kooperation mit der biomedizinischen Industrie werden Geräte zur Untersuchung der Lungenfunktion entwickelt und validiert. Durch die enge Verzahnung berufsgenossenschaftlicher Forschungsinstitute mit Universitäten und Fachgesellschaften werden die wissenschaftlichen Ergebnisse konkret in Begutachtungsrichtlinien umgesetzt.

Ab 1949 wird ein seit 1926 bekanntes Messgerät, das Konimeter der Chamber of Mines, weiterentwickelt und für den Routineeinsatz an Arbeitsplätzen optimiert [8]. Damit steht erstmals ein direkt anzeigendes Messverfahren für Quarz mit optischer Auswertung der Proben zur Verfügung (Abbildung 9). Das Konimeter HS wird in Deutschland bis in die 1970er-Jahre zur Bestimmung des Staub-



anteils $< 5 \mu\text{m}$ verwendet. Die Pneumokoniose-Konferenz 1959 in Johannesburg hat eine Trenngrenze für den Anteil des Staubs definiert, der in der Lunge verbleibt. Diese Festlegung, als „Johannesburger Konvention“ bezeichnet, setzt Entwicklungen bei der Messung von Feinstaub bzw. alveolengängigem Staub in Gang. Ab 1960 werden vom Staubforschungsinstitut (STF) Arbeiten zur Entwicklung gravimetrischer Probenahmeverfahren und zur Erfassung von Stäuben unter Anwendung von Ansaugluftströmen bis zu $50 \text{ m}^3/\text{h}$ durchgeführt. Dies führt Anfang der 1970er-Jahre zur Entwicklung und zum betrieblichen Einsatz stationärer Messgeräte (VC 25 und MPG II), mit denen Gesamt- und Feinstaub bestimmt werden können, durch STF und SFI. Beide Feinstaubmessgeräte sind auch heute noch im betrieblichen Einsatz und als Referenzstaubmessgeräte akzeptiert. In den 1980er-Jahren schließt sich im BIA die Entwicklung der Staubprobenahmefamilie PGP (Personengetragenes Gefahrstoff-Probenahmesystem) an, mit der sowohl Konzentrationen von Fein- und Gesamtstaub als auch von Fasern gemessen werden können. Parallel dazu wird in der Normung erstmals weltweit eine einheitliche Nomenklatur der Staubfraktionen etabliert. Anstelle von Feinstaub wird jetzt von der alveolengängigen Fraktion (A-Staub) und von der einatembaren Fraktion (E-Staub) anstelle des Gesamtstaubs gesprochen. Durch europäische Referenzversuche kann sichergestellt werden, dass die personengetragenen Staubbmessgeräte den neuen Anforderungen zur Messung von A- und E-Staub genügen.

Nachdem 1971 erstmals ein Grenzwert für Quarz festgelegt wurde, werden die bisherigen Verfahren zur Quarzbestim-



Abbildung 9: Konimeter zur direkten Messung der Staubbelastung in der Atemluft.

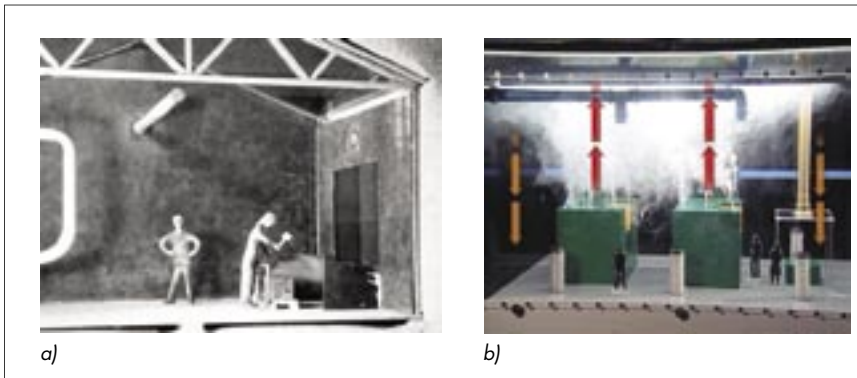


Abbildung 10: Modelle zur Simulation der Wirksamkeit von Entstaubungs- und Lüftungsmaßnahmen: a) Modell aus den 1950er-Jahren, b) Modell von Ende der 1990er-Jahre.

mung auf ein neu entwickeltes röntgen-diffraktometrisches Analysenverfahren umgestellt. Durch einen größeren Automatisierungsgrad erlaubt dies eine deutliche Effizienzsteigerung. Mit der Einführung personenbezogener Probenahmesysteme wird als zweites Standardverfahren ein infrarotspektroskopisches Analysenverfahren eingeführt.

Durch das SFI wird im Bergbau auch die nasse Staubbekämpfung etabliert, vor allem die Integration der Wasserbedüsung in bergtechnische Verfahren. Nassabbauhämmer und Schlagbohrhämmer werden weiterentwickelt und optimiert. Ende der 1940er-Jahre wird der Nachweis geführt, dass die früher weit verbreiteten Schaumgummimasken als Staubschutz unwirksam sind; ein Verwendungsverbot ist die Folge.

Die bereits in den 1950er-Jahren begonnene Forschung im Bereich der Staubbekämpfung durch Simulation der realen Verhältnisse an Modellen im Maßstab 1 : 10 werden durch das IGF und das BIA weiterentwickelt (Abbildung 10a). Heute stehen in diesen Instituten Modellprüfstände zur Verfügung, um unter reproduzierbaren Bedingungen das Staubemissionsverhalten, aber auch das Abscheide- und Erfassungsvermögen geeigneter Schutzsysteme zu bewerten (Abbildung 10b).

Die Ergebnisse der Forschung zu Stäuben, deren Messung, Auftreten und Abscheidung werden hauptsächlich in der Zeitschrift „Staub – Reinhaltung der Luft“ veröffentlicht; deren Name wird später in „Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft“ geändert.

Perspektive

In Zukunft ist insbesondere die epidemiologische Forschung gefragt. Im Verbund von BGFA, IGF und BGIA werden im Rahmen der Forschungs Kooperation „Riqua“ (Risiko durch Quarzexposition) Fragen bearbeitet, die sich mit der Dosis-Wirkungs-Beziehung von Quarzstäuben im Hinblick auf die Erkrankungen Silikose und Lungenkrebs beziehen (siehe Seite 274). Mit der Erarbeitung valider Daten zum Gefährdungspotenzial von Quarz-A-Staub soll ein Beitrag dazu geleistet werden, auf der Basis der neuen Gefahrstoffverordnung Hinweise dafür zu geben, welches Expositions-niveau anzustreben ist, um Erkrankungen weitestgehend zu vermeiden.

■ Asbest

Bereits in den 1930er-Jahren werden Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Gesundheitsgefahren durch Asbest entwickelt und angewendet. So werden die von den Berufsgenossenschaften und der Staubbekämpfungsstelle entwickelten „Richtlinien für die Bekämpfung der Staubgefahr in Asbest verarbeitenden Betrieben“ nach Zustimmung von Reichsarbeitsministerium und Reichsversicherungsamt 1940 in Kraft gesetzt. Diese Richtlinien machen Vorgaben für die Absaugung und Verkleidung von Maschinen, Entstaubung der Abluft, Gestaltung und Reinigung von Arbeitsräumen, staubdichte Lagerung und Maßnahmen beim Transport, Nutzung von Staubschutzgeräten und die Prüfung der Wirksamkeit von Entstaubungseinrichtungen. Spezielle Einzelmaßnahmen an Maschinen und Einrichtungen, Verhaltensregeln für Beschäftigte sowie ein Beschäftigungsverbot für Jugendliche unter 18

Jahren gehören ebenso zum Maßnahmenkatalog.

Mit dem zunehmenden Aufschwung der Industrie nach dem Zweiten Weltkrieg gewinnt die Nutzung des hitzebeständigen, flexiblen und gut zu verarbeitenden Werkstoffes Asbest an Bedeutung. Der Weltverbrauch erreicht 1975 sein Maximum von 5 Mio. t. Erste Verbote für die Verwendung asbesthaltiger Erzeugnisse in Deutschland erfolgen durch die Unfallverhütungsvorschrift „Gesundheitsgefährlicher Mineralischer Staub“ (VBG 119) im Jahr 1979 in Verbindung mit der Arbeitsstoffverordnung. Die in der Folgezeit weiter verschärften berufsgenossenschaftlichen Verbote werden ab 1986 in staatliches Regelwerk übernommen, ab 1993 kommt es bis auf wenige Ausnahmen zu einem gänzlichen Verbot. In Europa tritt 2003 ebenfalls ein umfassendes Verbot in Kraft.

Asbestfaserbelastungen werden von Beginn der 1950er- bis in die 1970er-Jahre (in der DDR bis 1990) mit konimetrischen Verfahren ermittelt. Beginnend Anfang der 1960er-Jahre werden darauf basierend von den Berufsgenossenschaften, unterstützt durch das Staubforschungsinstitut (STF), anhand von Teilchenzahlen Beurteilungskonzepte mit einer Asbestbewertungszahl aufgestellt. Dadurch wurde der Notwendigkeit von Entstaubungs- und Schutzmaßnahmen Nachdruck verliehen und in den Asbest verarbeitenden Betrieben Präventionsmaßnahmen durchgesetzt. Bis zur Festlegung eines Grenzwertes für Asbest im Jahr 1973 veröffentlicht das STF Empfehlungen für Grenzwerte. Grundlage für diese Empfehlungen bilden umfangreiche Messkampagnen in verschiedenen Bereichen der Asbest verarbeitenden Industrie, die bis Anfang der 1990er-Jahre fortgeführt werden. Neben der Weiterentwicklung von Probenahmeverfahren (siehe Seite 222) werden bis heute auch Analysenverfahren zur Bestimmung von Asbest entwickelt bzw. für die Praxisanwendung im Arbeitsschutz optimiert. So werden z. B. im STF in den 1950er-Jahren grundlegende Arbeiten zur Anwendung der Phasenkontrastmikroskopie auf Stäube aus Arbeitsbereichen durchgeführt und damit auch eine sichere Bestimmung von Asbest in Stäuben erreicht (Abbildung 11). Im Arbeitskreis Analytik des Fachausschusses Chemie werden Verfahrensbeschreibungen erarbeitet. In den letzten Jahren werden Verfahren zur Bestimmung geringer Massengehalte von Asbest in mineralischen Rohstoff-



Abbildung 11a: Asbestuntersuchung mit dem Rasterelektronenmikroskop.

fen erarbeitet und Kriterien zur besseren Unterscheidung von Asbest und anderen Faserarten als Konvention aufgestellt. Auf der Basis leistungsfähiger Bildanalyse-Entwicklungssysteme wird ein Verfahren zur Automatisierung der Faseranalytik durch Rasterelektronenmikroskopie und energiedispersive Röntgenmikroanalytik entwickelt und in die Routine überführt.

Seit 1992 wird neben medizinischen Brückenbefunden zur Frage des Nachweises einer durch Asbest verursachten Lungenkrebserkrankung die Ermittlung der Asbestfaserdosis in Faserjahren an-

gewendet. Die Berufsgenossenschaften und der HVBG haben den BK-Report „Faserjahre“ erarbeitet, der 2005 in 4. Auflage erscheinen wird (Abbildung 12). Dieser Report enthält neben detaillierten Handlungsanleitungen für Ermittlungen in Berufskrankheitenverfahren auch ein umfassendes Compendium zur beruflichen Asbestbelastung, das auf mehr als 25.000 von den Berufsgenossenschaften erhobenen Expositionsdaten der vergangenen Jahrzehnte basiert.

Forschungsarbeiten seit den 1970er-Jahren befassen sich mit der Optimierung von Schutzmaßnahmen, verbunden mit der fortlaufenden Erfassung des Standes der Technik, z. B. Gefährdung durch Stäube asbesthaltiger Reibbeläge, Asbestbelastungen bei der Herstellung und Verwendung von Asbest-Hitzeschutz, Erhebungen der Staubsituation an industriellen Arbeitsplätzen beim Umgang mit Asbest sowie Staub- und Faserkonzentrationen beim Spritzisolieren mit faserhaltigen Massen im Hochbau.

Ein direkter Umgang mit Asbest besteht nach wie vor bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten (ASI-Arbeiten) überwiegend an asbesthaltigen bzw. -kontaminierten Gebäuden und Ein-

richtungen. Um solche ASI-Arbeiten gefahrlos durchzuführen, werden Arbeitsverfahren mit geringer Exposition gegenüber Asbest erarbeitet. Bislang sind 26 Verfahren erstellt und in der BGI 664 dokumentiert worden.

Das seit 1987 in Bochum angesiedelte „Deutsche Mesotheliomregister“ ist eine vom HVBG geförderte Einrichtung zur wissenschaftlichen Bearbeitung und Registrierung von asbestassoziierten Berufskrankheiten. Das Register hat verschiedene quantitative staubanalytische Untersuchungsmethoden entwickelt, um die Lungenbelastung mit Asbest und



Abbildung 12: BK-Report „Faserjahre“.

sonstigen Schadstoffen zu ermitteln (Abbildung 13). Weitere Aufgaben sind die Verifizierung von pathologisch-anatomischen Diagnosen mit diversen histologischen Methoden, konsiliarärztliche Beratungen sowie Forschung. Auch im Mesotheliomregister lässt sich der Trend einer steigenden Zahl der durch Asbest verursachten Erkrankungen gut nachvollziehen (Abbildung 14).

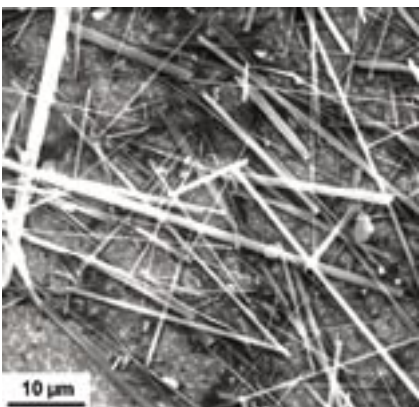


Abbildung 11b: Amosit-Asbest



Abbildung 13: Typische Asbestkörper, isoliert aus dem Lungengewebe von Beschäftigten, die Asbeststaub ausgesetzt waren.

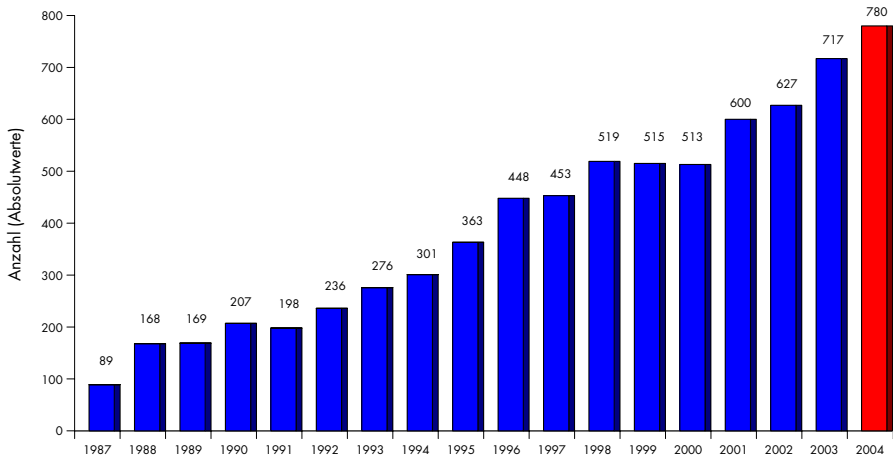


Abbildung 14: Anzahl der im Deutschen Mesotheliomregister zwischen 1987 und 2004 gesicherten Mesotheliome (A/B).

Forschungen zur Frühdiagnostik von Asbest verursachten Erkrankungen zeigen ab Mitte der 1990er-Jahre, dass mit dem Einsatz der hoch auflösenden Computertomografie (HRCT) die Sensitivität der Vorsorgeuntersuchungen deutlich gesteigert werden kann. Sie ist ein wichtiges ergänzendes Hilfsmittel zur Frühdiagnostik. Parallel dazu wurden jährlich über einen Zeitraum von drei Jahren gentoxische Effekte in DNA aus Blutproben evaluiert. Bei Asbestarbeitern konnten signifikant erhöhte DNA-Schädigungen nachgewiesen werden.

Industrie zunehmend eine Schlüsselstellung ein. Doch schon bald zeigen sich durch den weit verbreiteten und teilweise sorglosen Umgang mit Benzol Erkrankungen bei Arbeitnehmern, vielfach Vergiftungen. Als Folge davon werden „Erkrankungen durch Benzol oder seine Homologe“ im Jahre 1925 Bestandteil des Berufskrankheitenrechts in Deutschland. Die zunehmende Anzahl benzolbedingter Erkrankungen von Arbeitnehmern in den 1940er- und 1950er-Jahren, z. B. in der Schuhindustrie, in der Metallindustrie, im Tiefdruck und im Bau-

Überwachung der Benzolkonzentration am Arbeitsplatz erlaubt (Abbildung 15). Damit wird es möglich, Arbeitsplatz-Expositionsdaten zu Benzol nach und nach zusammenzustellen und für die Bearbeitung von Berufskrankheitenverfahren nutzbar zu machen. Mit zusätzlich entwickelten Verfahren für nachstellende Untersuchungen an Modellarbeitsplätzen wird später auch die retrospektive Ermittlung der Expositionshöhen an Arbeitsplätzen in den 1950er- bis 1970er-Jahren möglich.

Mit den Verfahren des Biomonitorings stehen mittlerweile auch Instrumente der präventiven Expositionskontrolle zur Verfügung, die es gestatten, die individuelle Aufnahme des auch über die Haut aufnehmbaren Benzols zu ermitteln.

Außerhalb der Großindustrie, die heutzutage Benzol nur in geschlossenen Systemen handhabt, spielt es im Wesentlichen als Bestandteil von Kraftstoffen eine größere Rolle. Hier gibt es jedoch bereits seit einigen Jahren Bestrebungen, den Benzolgehalt in Kraftstoffen deutlich zu reduzieren. Er liegt in Ottokraftstoffen seit Januar 2000 aufgrund europäischer Regelungen inzwischen unter 1 %.

Perspektive

In den letzten Jahren haben erste Ansätze gezeigt, dass durch Früherkennung maligner Erkrankungen die Chancen einer Therapie verbessert werden können. Dies gilt allerdings für Lungenkrebs (noch) deutlich stärker als für das Mesotheliom. Der Einsatz neuer hoch auflösender radiologischer Verfahren (Spiral-CT) sowie die Prüfung neuartiger molekularer Marker im Blut, z. B. Mesothelin, lassen hoffen, dass die nicht abzuwendende Erkrankungswelle zumindest doch für einen Teil der betroffenen Versicherten weniger gravierend verläuft, als dies in der Vergangenheit vielfach der Fall war.



Abbildung 15: Messung der Benzolexposition bei der Rohbenzolverladung in einer Kokerei.

Perspektive

Neueste wissenschaftliche Erkenntnisse zu den hoch komplexen Wirkmechanismen des krebserregenden Benzols stellen die berufsgenossenschaftliche Forschung vor neue Herausforderungen. So befasst sich die aktuelle wissenschaftliche Diskussion u. a. mit der Fragestellung, ob eine Dosischwelle besteht, unterhalb derer es nicht zu einer benzolbedingten Krebserkrankung kommt.

■ Benzol

Die Geschichte des Benzols ist eng verknüpft mit dem industriellen Aufstieg der Kohlechemie. Bereits im Jahre 1849 beginnt die industrielle Herstellung von Benzol auf der Basis von Steinkohle. Als vielfältig einsetzbares Lösungsmittel erlangt Benzol große Bedeutung in vielen Industriebereichen. Darüber hinaus nimmt es als Ausgangsprodukt in der chemischen

bereich, führt schließlich dazu, dass Benzol mehr und mehr durch andere Lösungsmittel ersetzt wird. Seine außerordentliche Bedeutung als wichtiger Ausgangsstoff für eine Vielzahl von Produkten der chemischen Industrie indes hat es bis zur heutigen Zeit nicht verloren.

Mitte der 1970er-Jahre wird ein analytisches Verfahren entwickelt, das die

■ Hautschutz

Mit einem deutlichen Anstieg von etwa 10.000 im Jahre 1985 auf einen Höchststand von 22.058 im Jahre 1992 stehen Hauterkrankungen seit langem an der Spitze der Statistik der Verdachtsanzeigen auf eine Berufskrankheit (Abbildung 16). Entsprechend begründet sich der Stellenwert des Hautschutzes für die Berufsgenossenschaften. Zum Schutz der Haut gegen Chemikalien eingesetzte Persönliche Schutzausrüstung (Handschuhe und Schutzkleidung) muss auf die vorgesehene Verwendung abgestimmte Anforderungen erfüllen. Die Entwicklung und Verbesserung von hier-



Abbildung 16: Hauterkrankungen – Nr. 1 der Berufskrankheiten-Verdachtsanzeigen.

zu notwendigen Prüfverfahren im Sinne pränormativer und auch auf die Praxis ausgerichteter Forschung wird seit Jahren intensiviert. Hierbei spielt die chemische Durchdringung (Permeation) von Materialien solcher Schutzausrüstungen eine bedeutende Rolle. In jüngster Zeit wird verstärkt eine branchenspezifische Ausrichtung mit praxisnahen Konventionen betrieben. Als Instrument zur Bewertung der Effizienz von Hautschutzmaßnahmen wurde 2001 ein Fragebogen entwickelt, der eine grobe Erfassung der dermalen Exposition an Arbeitsplätzen ermöglicht. Der Schwerpunkt liegt hier in der Benutzung von so genannten Hautmitteln und Chemikalienschutzhandschuhen. Die gesundheitlichen Belastungen durch hoch siedende Reinigungsmittel auf Mineralölbasis und auf Pflanzenölesterbasis wurden miteinander verglichen. Der Hautschutz führt hier nicht zu einer effektiven Verringerung der dermalen Aufnahme der jeweiligen Öle. Daher erscheint die Entwicklung eines evidenzbasierten Hautschutzes vorrangig.

Der derzeit in den Betrieben durchgeführte so genannte „Dreistufige Hautschutzplan“ aus Hautschutz, Hautreinigung und Hautpflege hat entgegen den anfangs hohen Erwartungen bisher (noch) nicht zu einer deutlichen Senkung der Zahlen beruflich bedingter Hauterkrankungen geführt. Die Gründe hierfür sind vielfältig und reichen von mangelnder Akzeptanz des verwendeten Hautschutzes durch die Beschäftigten bis hin zu einer bisher nur von der Hautschutzmittel herstellenden Industrie unterstellten Wirksamkeit vieler Produkte (weitere Informationen zu Forschung zur Hautgefährdung siehe Seiten 243, 258, 264 und 282).

Perspektive

Im Zusammenhang mit der vermutlich nächsten BG-Kampagne im Jahre 2007 zum Thema „Haut“ werden bereits zielführende Projekte geplant: Ein 2005 beginnendes, von den Berufsgenossenschaften gefördertes Verbundprojekt beabsichtigt eine Objektivierung der Wirksamkeit von Hautschutzmitteln in einer großen Feldstudie. Mit den Ergebnissen sollen unter anderem ein Kriterienkatalog zur differenzierten Beurteilung der Verwendbarkeit von Hautschutz sowie optimierte und für verschiedene Tätigkeitsbereiche maßgeschneiderte Präventionskonzepte erarbeitet werden. Ein Schwerpunkt ist die Entwicklung einer Messmethode zur Erfassung dermalen Expositionen mittels adsorberhaltiger Pflaster in Anknüpfung an das europäische Forschungsprojekt „RISKOFDERM“. Dieses dient dazu, eine Methode zur quantitativen Abschätzung von Hautbelastungen durch chemische Arbeitsstoffe verfügbar zu haben.

Biologische Einwirkungen

Die Beschäftigung mit Infektionserregern, biologischen Toxinen und Allergenen aus organischen Stäuben hat eine weit zurückreichende Historie. Die berufsgenossenschaftliche Forschung zu diesem Thema setzt allerdings erst wesentlich später ein. Insbesondere an Arbeitsplätzen, an denen „nicht gezielte Arbeiten“ mit biologischen Arbeitsstoffen durchgeführt werden, können eine Vielzahl von biologischen Agenzien bzw. Bioaerosolen mit potenziell schädlichen Wirkungen vorkommen (Abbildung 17).

Der Begriff „Biologische Arbeitsstoffe“, unter dem im weitesten Sinne Mikroorganismen wie Bakterien, Schimmelpilze, Viren und Parasiten, aber auch gentechnisch veränderte Organismen, Zellkulturen und transmissible spongiforme Enzephalopathien verstanden werden, wurde im April 1999 mit dem Inkrafttreten der Biostoffverordnung (BioStoffV) eingeführt. Für die Belastung der Atemluft am Arbeitsplatz mit biologischen Arbeitsstoffen gibt es keine medizinisch-toxikologisch begründeten Grenzwerte. Dennoch sollen z. B. Kontrollwerte zur Beurteilung einer Belastung mit biologischen Arbeitsstoffen aufgrund technischer Möglichkeiten herangezogen werden. So ist es auch ohne Bestehen einer Messverpflichtung unumgänglich, standardisierte Messverfahren für die Erfassung biologischer Arbeitsstoffe in der Luft in Arbeitsbereichen zu entwickeln. Messverfahren werden in der BGIA-Arbeitsmappe dokumentiert. Zu den aktuellen Forschungsaktivitäten zählen die Entwicklung standardisierter Probenahmeverfahren und moderner analytischer Nachweismethoden für diese Stoffe, z. B. zum Nachweis von Legionellen aus Wasserproben mithilfe von fluoreszenzfarbstoffmarkierten Gensonden.



Abbildung 17: Nicht gezielter Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen in einer Kompostieranlage.



Abbildung 18: Gezielter Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen im Labor.

In Zeiten von BSE (Bovine Spongiforme Enzephalopathie), Milzbrandbrühen, Kontinent überschreitenden Grippeepidemien, lebensbedrohlichen Atemwegserkrankungen wie z. B. SARS (engl.: severe acute respiratory syndrome) und einer potenziellen Bedrohung durch Bioterrorismus gewinnt die Verwendung von Persönlicher Schutzausrüstung, wie Schutzkleidung und Schutzhandschuhe aber vor allem auch Atemschutz, gegenüber biologischen Arbeitsstoffen zunehmend an Bedeutung (Abbildung 18). Im Mittelpunkt stehen Anforderungen zum Überlebens- oder gar Wachstumsverhalten der potenziellen Krankheitserreger auf oder in Atemschutzmasken.

Weit über 250 Stoffe in der Arbeitswelt sind in der Lage, berufsbedingte allergische Erkrankungen, wie Asthma bronchiale, Fließschnupfen, Bindehautentzündung und Hauterkrankungen, auszulösen (siehe Seite 258). Bei einer Vielzahl dieser Stoffe handelt es sich um Komponenten organischer/biologischer Stäube bzw. anderer meist organischer Ausgangsmaterialien. So sind zahlreiche Allergene an Arbeitsplätzen tierischer (Haut-, Haarschuppen, Urin-, Insektenbestandteile usw.), pflanzlicher (Mehle, Naturlatex, Hölzer usw.) und bakterieller bzw. mykotischer (Enzyme usw.) Herkunft. Berufsbedingte obstruktive allergische Atemwegserkrankungen gehören zu den häufigsten Berufserkrankungen und spielen daher auch unter sozioökonomischen Aspekten eine große Rolle. Bereits seit dem Mittelalter ist das so genannte Bäckerasthma als ältestes Er-

scheinungsbild einer Berufsallergie bekannt. Zu den wichtigen Aufgabenfeldern der Allergieforschung von berufsbedingten Erkrankungen gehören neben der Identifizierung und Charakterisierung auslösender Allergene aus unterschiedlichen beruflichen Allergenquellen (Mehle, siehe Seite 277, Enzyme, Hölzer, Naturlatex usw.) auch die Entwicklung neuer standardisierter Verfahren für die Allergiediagnostik. Es ist unerlässlich, das sensibilisierende bzw. krankheitsauslösende Allergen im Rahmen der Diagnostik eindeutig zu identifizieren, um den kausalen Zusammenhang zwischen der schädigenden Einwirkung und der Erkrankung nachweisen zu können. Ein erfolgreiches Beispiel für die Umsetzung von Forschungsergebnissen ist die Verbesserung der Diagnostik der Naturlatexallergie. Die Strategie des „Spikes“, d. h. Zusatz eines wichtigen, aber in der natürlichen Form labilen Allergens zum natürlichen Extrakt, wurde mittlerweile in Zusammenarbeit von BGFA mit Externen auch diagnostisch aufgegriffen. Daher stehen jetzt neue Allergenpräparationen kommerziell zur Verfügung. Die Allergencharakterisierung und -identifizierung stellt eine wichtige Voraussetzung für die Expositionserkennung und damit für einen effektiven Schutz am Arbeitsplatz dar. Als Teil der Risikoanalyse werden auch immunologische Verfahren entwickelt.

Ende 2003 gelingt dem BGFA die erste Identifizierung und Aufklärung eines Hauptallergens für Hölzer, Trip s 1 aus Abachholz. Durch gemeinsam mit der Holz-Berufsgenossenschaft vorbereitete

Messungen der Allergenexposition an Arbeitsplätzen ist es möglich, Risikobereiche zu erkennen und gezielt präventive Maßnahmen einzuleiten. Darüber hinaus werden zurzeit im BGFA im Rahmen eines europäischen Verbundprojektes immunologische Verfahren, die für die Messung beruflich bedingter Exposition gegen verschiedene industriell genutzte Enzyme mit Allergiepotenzial verwendet werden können, aufgebaut und standardisiert.

Perspektive

Durch verstärkte Forschungsaktivitäten z. T. in internationalen Verbundprojekten müssen neue Methoden und Verfahren entwickelt, validiert, standardisiert und praxisnah eingesetzt werden, die in das Stufenkonzept der Prävention einfließen. Da an Arbeitsplätzen in vielen Fällen Mischexpositionen vorliegen, müssen Einflussgrößen wie mikrobielle Kontaminationen, Stäube und Rauche in Betracht gezogen werden, die als „Triggerfaktoren“ die allergene Potenz eines Stoffes modulieren können. Da ein Antigen (hier berufliche Exposition) erst durch das exponierte Individuum zum Allergen wird, sollen auch genetische Faktoren und „Lifestyle-Effekte“ zukünftig verstärkt untersucht und ihre Bedeutung abgeschätzt werden.

Strahlung

Wissenschaftliche Fragestellungen im Zusammenhang mit radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung treten Mitte der 1950er-Jahre im STF in Verbindung mit Messverfahren zur Bestimmung des Durchlassgrades von Filtermaterialien auf. Fast 40 Jahre lang werden Zerfallsprodukte von Thorium 228 verwendet, um genaue Messungen von Filterdurchlassgraden durchzuführen. Auch an betrieblichen Arbeitsplätzen kommen vereinzelt radioaktive Stoffe zum Einsatz, so dass sich für die Berufsgenossenschaften die Frage einer möglichen Gefährdung der Beschäftigten ergibt. Ein erstes Untersuchungsprogramm befasst sich ab 1962 mit der Bestimmung der Aktivitätsabgabe von tritiummarkierten Leuchtfarben. Die Ergebnisse werden benutzt, um die Strahlenbelastung beim Auftragen der Leuchtfarben auf Skalen oder Ziffernblätter zu ermitteln. In der Glas-, Keramik- und Metallindustrie werden zur Oberflächenbearbeitung Polier- und Schleifmittel mit (unerwünschten) ra-

dioaktiven Bestandteilen eingesetzt. Ab 1970 wird eine Vielzahl von Polier- und Schleifmitteln auf ihre spezifische Aktivität untersucht. Mitte der 1990er-Jahre wird untersucht, wie hoch die Strahlenbelastung durch den Einsatz von Elektroden, denen zur Verbesserung der Zünd-



Abbildung 19: Arzthelferin bei der UV-Bestrahlung eines Kleinkindes (Fall nachgestellt zur retrospektiven Expositionsermittlung).

eigenschaften radioaktives Thorium eingesetzt wurde, beim Wolfram-Inertgas-(WIG)-Schweißen ist. Beim Schweißen mit diesen thoriumhaltigen Elektroden und bei ihrem Anschleifen entstehen radioaktive Aerosole, die eingeatmet werden können.

Seit 1982 befasst sich die berufsgenossenschaftliche Forschung auch mit optischer Strahlung. Hintergrund sind Ermittlungsverfahren zu Berufskrankheiten, die zu Linsen-Trübungen durch Infrarot- oder ultraviolette Strahlung führen. In einer Vielzahl von Messungen werden derartige Strahlenexpositionen an Arbeitsplätzen ermittelt und bewertet. In Zusammenarbeit mit Ophthalmologen gelingt es erstmals, einen Zusammenhang zwischen der Einwirkung von ultravioletter Strahlung am Arbeitsplatz und dem Auftreten von Grauem Star nachzuweisen (Abbildung 19).

Mit der Beleuchtung von Arbeitsplätzen und Fragen der Blendung an Bildschirmarbeitsplätzen befassen sich Projekte mehrerer Berufsgenossenschaften, insbesondere der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft.

In Untersuchungen des Institutes zur Erforschung elektrischer Unfälle der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik geht es ab Ende der 1970er-Jahre um die biologische Wirkung elektromagnetischer Felder, zulässige Expositionswerte und den Einfluss auf Implantatträger (siehe Seite 272). Später, ab 1998, befasst sich auch das BIA mit Expositionen gegenüber elektromagnetischen Feldern an industriellen Arbeitsplätzen, z.B. an Maschinen in der Textilindustrie, an Schweißanlagen und in der Nähe von Mobilfunkstationen. Elektromagnetische Felder treten auch im Einzelhandel bei Artikelsicherungssystemen auf und sind Gegenstand von Untersuchungen, da nicht nur Kunden diesen Feldern ausgesetzt sind, sondern auch das Verkaufspersonal.

Um unter bestimmten Voraussetzungen Arbeiten in starken elektromagnetischen Feldern zu ermöglichen, entwickelt die Industrie neuartige Schutzkleidungen,



Abbildung 20: Persönliche Schutzausrüstung gegen hochfrequente elektromagnetische Felder.

die als tragbarer faradayscher Käfige wirken (Abbildung 20). Die Schutzwirkung solcher Hochfrequenz-(HF)-Schutzkleidung wird im BGIA untersucht; in Zusammenarbeit mit der Industrie werden Anforderungen an diese Schutzkleidung festgelegt und Verfahren zur Messung der elektromagnetischen Schirmdämpfung entwickelt.

Besondere Forschungsfragen ergeben sich mit der deutschen Wiedervereinigung ab 1990 zur Strahlenbelastung der Beschäftigten im Uranerzbergbau „Wismut“ (siehe Seite 291). Auch branchenspezifische Fragen in Verbindung mit Strahlung, beispielsweise bei fliegendem Personal in der Luftfahrt, werden aufgegriffen (siehe Seite 282).

Perspektive

Ultraviolette Strahlenbelastung in Verbindung mit Hautkrebs und Trübungen der Augenlinse wird die berufsgenossenschaftliche Forschung in der nächsten Zeit mit beeinflussen. Auch die zunehmende Anwendung elektromagnetischer Felder in der Produktion stellt die Arbeitsschutzforschung vor neue Herausforderungen. Ein aktuelles Beispiel ist die Exposition gegenüber Magnetfeldern an Widerstandsschweißeinrichtungen in der Automobilindustrie.

■ Lärm – Vibration

Das rapide Anwachsen der jährlichen Anzeigen der Berufskrankheit „Lärmschwerhörigkeit“ in den 1960er-Jahren und die Tatsache, dass sie in der Eisen und Metall verarbeitenden Industrie mit einem Anteil von 55% am stärksten auftritt, veranlasst 16 Berufsgenossenschaften zur Gründung des Arbeitskreises „Betriebslärmbekämpfung“. Primäres Ziel ist die Erstellung einer Unfallverhaltensvorschrift (UVV) „Lärm“. Die für diesen Arbeitskreis federführende Süddeutsche Eisen- und Stahl-Berufsgenossenschaft in Mainz gründet im April 1971 das „Berufsgenossenschaftliche Institut für Lärm- und Vibration“.

Die Experten des Ifl beraten und unterstützen Betriebe, Maschinenhersteller, Aufsichtsorgane und Normensetzer in Fragen der Lärmreduzierung an Arbeitsplätzen und decken ein breites Spektrum von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben ab. So werden geeignete Messverfahren für betriebliche Lärmmessungen



Abbildung 21: Schwingungssimulator im Ganzkörper-Vibrationslabor beim Test von Gabelstapler-Fahrersitzen.

entwickelt und praktisch erprobt, Ausbildungskonzepte für Messtechniker entwickelt und Forschung zur technischen Lärminderung – oft gemeinsam mit interessierten Betrieben – durchgeführt (siehe Seite 246). Die Ergebnisse werden für den Praktiker in verständlichen Handlungsanleitungen, so genannte Lärmschutz-Arbeitsblätter – LSA, aufbereitet. Prüfverfahren für Gehörschutzmittel werden entwickelt und in die Normung eingebracht. Für die Gehörschutzauswahl werden betrieblich einsetzbare Verfahren erprobt und deren Anwendung wird durch geeignete Informationsmittel (Lärmschutz-Informationsblätter – LSI) propagiert. Einen besonderen Forschungsschwerpunkt bilden die erstmals in allen betroffenen Betrieben durchzuführenden audiometrischen Vorsorgeuntersuchungen der Lärmarbeiter, die zuvor in Betriebslärmanalysen ermittelt wurden. In Kooperation mit führenden Audiologen und HNO-Ärzten wird ein gezielt auf die Anforderungen der Gehörsorge ausgerichtetes gestuftes Untersuchungsprogramm entwickelt und erprobt, das – mit einem einfachen audiologischen Siebttest beginnend – bei unklaren Diagnosen eine gründlichere Ergänzungsuntersuchung bis hin zur Einschaltung von Fachärzten vorsieht. Parallel dazu werden Ausbildungsleitlinien für Ärzte und arbeitsmedizinisches Fachpersonal zur Durchführung dieser Untersuchungen erarbeitet.

Der breite Wirkungsbereich des IfL gibt 1976 Anlass für die organisatorische

Anbindung an das Staubforschungsinstitut – STF beim Hauptverband, in dem das IfL zur Keimzelle des Fachbereichs „Lärm – Vibration“ im neu gegründeten BIA wird [5]. Der Name des neuen Fachbereichs bringt zum Ausdruck, dass sein Arbeitsgebiet inzwischen um die Vibrationseinwirkung an Arbeitsplätzen und die Prävention der dadurch entstehenden Risiken erweitert wurde. Gemeinsam mit der durch Lärm verursachten Schwerhörigkeit (Taubheit) werden vibrationsbedingte Knochen- und Gelenkschäden bereits 1929 in die Berufskrankheitenliste aufgenommen. Zunächst nur im Bergbau für druckluftbetriebene Werkzeuge anerkannt, wird diese Berufskrankheit später auf gleichartig wirkende Werkzeuge und Maschinen ausgedehnt. 1975 tritt mit vibrationsbedingten Durchblutungsstörungen der Hände eine weitere durch Hand-Arm-Vibrationen verursachte Berufserkrankung hinzu. Ähnlich wie früher beim Lärm übernimmt das BIA nun zur Unterstützung der Betriebe und Berufsgenossenschaften bei der technischen Prävention von vibrationsbedingten Gesundheitsgefahren zahlreiche Forschungs- und Entwicklungsaufgaben. In umfangreichen Messprogrammen werden z.T. gemeinsam mit europäischen Partnerinstituten geeignete Schwingungsspektren für die Auswahl von vibrationsmindernden Fahrersitzen (Abbildung 21) und von Antivibrations-Schutzhandschuhen erarbeitet. Zusammen mit Anwenderbetrieben werden die Einsatzbedingungen für vibrationsgeminderte Werkzeuge erforscht und Belastungska-

taloge für eine Vielzahl von vibrationsbelasteten Arbeitsplätzen erstellt.

Perspektive

Umgebungs- und Freizeitlärm werden im Zusammenwirken mit der Arbeitslärmbelastung wegen ihrer hohen Gesundheitsgefahr im Zentrum künftiger Lärmforschung stehen. Grundlage dafür bilden die neue EU-Lärmschutzrichtlinie für Arbeitsplätze und die Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. Einen weiteren Forschungsschwerpunkt wird die kombinierte Wirkung von Lärm, Vibrationen und Gefahrstoffen an Arbeitsplätzen bilden. Die Umsetzung der neuen Vibrationsschutzrichtlinie ist durch betriebsnahe Forschung zu Messverfahren, zur Anwendung vibrationsarmer Technologien und zu gezielt einsetzbaren Gesundheitsvorsorgeprogrammen zu unterstützen.

Arbeitsunfälle

Häufig sind Schwerpunkte im Unfallgeschehen Auslöser für Forschung der Berufsgenossenschaften. Ein Beispiel ist die Gründung des Deutschen Schleifscheibenausschusses – DSA im Jahre 1930 durch die Eisen- und Metall-Berufsgenossenschaften. Hohe Unfallzahlen mit Schleifscheiben und der Trend zu immer höheren Umfangsgeschwindigkeiten erfordern von Anfang an grundlegende Forschungen z. B. zum Bruchverhalten von Schleifwerkzeugen und zur Dimensionierung von Schutzhauben an Schleifmaschinen. Spätere Arbeiten befassen sich u. a. mit der Mikrostruktur von Schleifwerkzeugen, der Entwicklung zerstörungsfreier Prüfverfahren und auch mit arbeitsphysiologischen Aspekten beim Handschleifen. Mit der Errichtung des BIA 1980 [5] werden dort auf Anregung der Metall-Berufsgenossenschaften entsprechende Untersuchungsmöglichkeiten geschaffen (Abbildung 22).

Auch der Bausektor gehört seit jeher zu den Branchen mit relativ hohem Unfallgeschehen. Zielgerichtete Präventionsforschung erfolgt anfangs aber nur vereinzelt, denn gute Präventionserfolge können bis in die 1970er-Jahre häufig mit dem Erfahrungswissen der Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft erzielt werden. In den letzten drei Jahrzehnten sind die Forschungsaktivitäten der Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft deutlich ausgeweitet worden (siehe Seite 278). Einen Betrag hierzu haben auch



Abbildung 22: Schleifscheibenprüfstände einst (Deutscher Schleifscheibenausschuss – DSA) 1934 und heute (BGIA).



die seit Anfang der 1980er-Jahre zur Verfügung stehenden Ausrüstungen und Kompetenzen im BIA geleistet.

Stolper-, Rutsch- und Sturzunfälle (SRS-Unfälle) bilden neben den Unfällen an Maschinen, Anlagen und Geräten einen herausragenden Schwerpunkt bei den meldepflichtigen Arbeitsunfällen. Die Ursachen von SRS-Unfällen lassen sich u. a. auf glatte Bodenbeläge, unzureichendes Schuhwerk, Beeinträchtigung von Verkehrswegen und Verhaltensfehler beim Gehen zurückführen. Anfangs steht die Gleitsicherheit von Schutzschuhen im

Zentrum der Forschungsarbeiten. Bereits im Staubforschungsinstitut – STF wird 1975 ein Forschungsprojekt begonnen mit dem Ziel, ein Prüfverfahren zur Bestimmung der Gleitsicherheit von Schutzschuhen zu entwickeln. Die seinerzeit benutzte Versuchseinrichtung ist in Abbildung 23 wiedergegeben. Sie ermöglicht zwar eine gute Nachbildung der beim Gehen zwischen Schuh und Bodenbelag ablaufenden physikalischen Vorgänge, allerdings ist es damit nicht möglich, den komplexen physiologischen Gehvorgang mit ausreichender Genauigkeit abzubilden. Dieses Kriterium erfüllt später die in Abbildung 24 dargestellte Prüfeinrichtung zur Bestimmung der Rutschhemmung von Bodenbelägen und Schutzschuhen, die auch als „Schiefe Ebene“ bezeichnet wird. Ein Nachteil der Schiefen Ebene ist, dass mit ihr nur Laborprüfungen, jedoch keine Vor-Ort-Messungen durchgeführt werden können. Deshalb wird in den 1990er-Jahren ein tragbares Messgerät entwickelt.

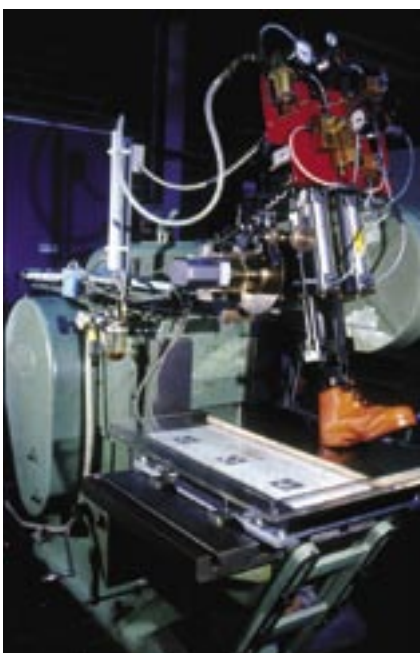


Abbildung 23: Versuchseinrichtung zur Bestimmung der Gleitsicherheit von Schutzschuhen (1978).

Ende der 1990er-Jahre wird dann ein völlig neuer Weg zur Erforschung der Ursachen von SRS-Unfällen eingeschlagen: Statistische Erhebungen zum Unfallort werden mit der Aufenthaltsdauer von Personen in verschiedenen Arbeitsbereichen in Verbindung gebracht. Dazu werden Beschäftigte in Kleinbetrieben der Fleischereiwirtschaft mit Sensoren ausgestattet, um ihren Aufenthalts- und Aktionsbereich zu ermitteln. Ein Ergebnis des Forschungsprojekts ist, dass sich das Unfallrisiko für alle Beschäftigten erhöht, wenn sie ihren vertrauten Arbeitsbereich

verlassen. Als Konsequenz ergeben sich neben technischen auch neue organisatorische Präventionsmaßnahmen.

Verhaltensänderungen sollen auch bei der derzeit noch laufenden „Aktion: Sicherer Auftritt“ herbeigeführt werden. Die Kampagne ist kein Forschungsprojekt, als Begleitung zur Kampagne werden aber mehrere Forschungsprojekte durchgeführt, z. B. zur Evaluation der Ergebnisse, zur Abklärung der Ursachen von Fersenbeinbrüchen und zur Entwicklung von Schutzmaßnahmen.

Perspektive

Auch wenn das Kampagnenziel der „Aktion: Sicherer Auftritt“ zur Reduzierung der Zahl von SRS-Unfällen am Ende erreicht wird: Es zeigt sich schon jetzt, dass weitere Präventionserfolge nur erzielbar sind, wenn menschliche Faktoren und Verhaltensweisen in Verbindung mit dem Unfallgeschehen noch stärker einbezogen werden.

Verkehrssicherheit

Bereits 1977 beschließen der HVBG und der Deutsche Verkehrssicherheitsrat (DVR) ein erstes gemeinsames Programm zur Verbesserung der Sicherheit im Berufsverkehr und zur Senkung der Unfallzahlen auf Arbeitswegen. Zuvor gab es nur vereinzelte Angebote für die betriebliche Verkehrssicherheitsarbeit. Mitte 1982 wird das bis heute erfolgreiche gemeinsame BG/DVR-Programm „Sicherheit auf allen Wegen“ zur Verringerung



Abbildung 24: Prüfung der Rutschhemmung von Bodenbelägen und Schutzschuhen auf der schiefen Ebene durch „Begehen“.

rung der Unfallzahlen auf Arbeits- und Dienstwegen im Straßenverkehr aufgelegt. Anlass ist die Tatsache, dass – im Gegensatz zu den Arbeitsunfällen im Betrieb – keine deutliche Abnahme der Zahlen von Wege- und Dienstwegeunfällen zu verzeichnen ist. Im Zentrum der Aktivitäten standen und stehen Motivations- und Aufklärungsprogramme, z. B. Sicherheitstrainings; Forschung und Entwicklung spielen insbesondere am Anfang keine Rolle. So ist heute das Thema Verkehrssicherheit ein wichtiger Bestandteil der berufsgenossenschaftlichen Aus- und Weiterbildung in den Unternehmen. Betriebe können auf ein breites, branchen- und betriebsspezifisches Dienstleistungsangebot zurückgreifen und die Berufsgenossenschaften haben den DVR bei der Erfüllung ihres gesetzlichen Auftrages bei der Präventionsarbeit für den Bereich Verkehrssicherheit fest eingebunden. In den letzten Jahren kamen vereinzelt Forschungs- und Entwicklungsarbeiten

hinzu, beispielsweise die Entwicklung moderner computerunterstützter Lernprogramme (CBT), die Entwicklung

von Fahr simulatoren (siehe Seite 267) und Forschungen zur Fahrermüdigkeit (Stichwort „Sekundenschlaf“).

■ Maschinensicherheit

Der Deutsche Bundestag verabschiedet 1968 das Gesetz über technische Arbeitsmittel (GtA) – später Gerätesicherheitsgesetz GSG und heute Geräte- und Produktsicherheitsgesetz GSPG genannt. Der Geltungsbereich des Gesetzes berührt sehr stark Themenfelder, mit denen sich die berufsgenossenschaftliche Prävention seit Jahrzehnten erfolgreich auseinandersetzt. Dieses Gesetz ist Anlass für die Berufsgenossenschaften, ihre eigenen Präventionsaktivitäten zu überdenken und anzupassen, die Prüfaktivitäten deutlich zu intensivieren und teilweise auch in der Forschung neue Themenfelder aufzugreifen.

Obwohl in allen Branchen sicherheitsrelevante Schutz- und Steuereinrichtungen zum Einsatz kommen, werden die damit zusammenhängenden grundsätzlichen Fragen bis zum Ende der 1970er-Jahre in den Berufsgenossenschaften und Fachausschüssen dezentral bearbeitet. Dies ist möglich, weil die eingesetzten Sicherheitstechniken übersichtlich sind und eine relativ einfache Beurteilung erlauben (Abbildung 25). Diese Situation ändert sich mit der zunehmenden Anwendung elektronischer Technologien. Wie kritisch die Fachwelt noch in den 1980er-Jahren den Einsatz elektronischer Techniken oder gar programmierbarer Systeme in sicherheitsrelevanten Anwendungen beurteilt, kann dem damaligen Regelwerk entnommen werden. Sowohl in einschlägigen VDE-Be-



Abbildung 25: Prüfung klassischer elektromechanischer Steuerungen Anfang der 1980er-Jahre.

stimmungen als auch in berufsgenossenschaftlichen Richtlinien sind Festlegungen getroffen, die elektronische Lösungen entweder von vornherein ausschließen oder aber Vorgaben und Hürden aufbauen, die von dieser Technologie nicht zu erfüllen sind.

Die Berufsgenossenschaften erkennen, dass es weder sinnvoll noch möglich ist, Basisinnovation wie Elektronik und Rechner-technik auf Dauer aus sicherheitsrelevanten Maschinen- und Anlagensteuerungen fernzuhalten, zumal der Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland eine wesentlich größere ökonomische Rolle spielt als in allen anderen Industriestaaten. Sie nutzen die Möglichkeiten, die sich ab 1980 durch das neue Institut in Sankt Augustin ergeben und initiieren Schritt für Schritt entwicklungsbegleitende Forschungen, um die neuen Technologien nicht nur sicherheitstechnisch tolerabel zu gestalten, sondern auch deren spezifische Eigenschaften speziell für Sicherheitsanwendungen zu nutzen. Zwar sind alle Branchen von dieser Entwicklung betroffen, eine besondere Dynamik entfaltet sich aber in der Metall- und insbesondere der Druck- und Papierindustrie.

Durch die enge Kooperation mit Herstellern gibt es bereits Mitte der 1980er-Jahre elektronische Sicherheitsschalter in so genannter fehlersicherer Technik² auf dem Markt sowie Maschinen mit diversitär-redundanter³ Sicherheitssteuerung. Auch für das heute selbstverständliche Prinzip, ausgehend von einer Gefährdungsbeurteilung abgestufte Sicherheitsmaßnahmen bei Schutz- und Steuereinrichtungen anzuwenden, werden in dieser Zeit die theoretischen Grundlagen gelegt. Ende der 1980er-Jahre werden die ersten Untersuchungen für den Einsatz von homogen-redundanten⁴ und selbst überwachten Rechnersteuerungen durchgeführt. Auch neuartige speicherprogrammierbare Steuerungen werden nun vermehrt in Maschinensteuerungen eingesetzt und der Bedarf, diese auch für sicherheitsrelevante Applikationen zu ertüchtigen, ist groß. Mit der systematischen Schaffung von Beurteilungsgrundlagen wird die Basis für die heute bekannten Sicherheitssteuerungen gelegt.

Anfang 1990 entschließen sich mittelständige Unternehmen mit jahrzehntelanger Erfahrung im Bau von Sicherheitslichtschranken, völlig neuartige optoelektronische Personenschutzsensoren zu entwickeln. Diese so genannten „opto-



Abbildung 26: Sicherheitstechnische Untersuchung moderner Steuerungssysteme.

elektronischen Laserscanner“ sind in der Tat eine sicherheitstechnische Revolution. Einerseits erlauben sie eine individuelle Anpassung der Schutzfeldgeometrie durch entsprechende Programmierung, andererseits wenden sie als physikalisches Prinzip die optische Reflexion an, was bisher in Sicherheitsvorschriften explizit untersagt wurde. Inzwischen gelten die seit 1995 auf dem Markt befindlichen Laserscanner als sicherheitstechnisch bewährte und weit verbreitete Schutzeinrichtungen; weltweit dürften heute schätzungsweise 150.000 Geräte im Einsatz sein, ausschließlich aus deutscher Produktion. Die entwicklungsbegleitende berufsgenossenschaftliche Forschung hat in diesem Fall auch dazu beigetragen, die z.T. starken Vorbehalte in anderen europäischen Ländern gegen diese neuen Technologien im Maschinenschutz Schritt für Schritt abzubauen.

Mitte der 1990er-Jahre zeichnen sich weitere neue Entwicklungen ab: Integrierte Sicherheitssysteme (s. Seite 246) und Bussysteme, die aufwändige Verkabelungssysteme ersetzen (Abbildung 26). Bei den Bussystemen erfolgt die Informationsübertragung über Zwei- und Mehrdrahtverbindungen durch zeitlich definierte Informationspakete, die an unterschiedliche Adressen verschickt werden. Und wie immer stellt sich wieder die Frage, ob und wie sich diese so genannten Standardfeldbussysteme auch für die Sicherheitstechnik nutzen lassen. Aus einer 1995 initiierten Grundsatzuntersuchung entwickelt sich in Zusammenarbeit mit den meisten Herstellern aus Deutschland und den USA eine Beurteilungsgrundlage, die heute bei fast allen Sicherheitsbussystemen Anwendung findet.

Die zunehmende Komplexität von Rechnersteuerungen in Sicherheitsanwendungen hat dazu geführt, dass deren sicherheitstechnische Bewertung nur noch unter Einbeziehung statistischer Verfahren möglich ist. Diese komplexen mathematischen Beurteilungsverfahren werden in einem europäischen Projekt, an dem sich einschlägige Arbeitsschutzinstitute und Prüfstellen in Europa beteiligen, behandelt.

Perspektive

Eine Hauptaufgabe für die Zukunft bleibt, die etablierten und normierten Beurteilungsverfahren für komplexe Sicherheitssysteme anwendbarer zu gestalten. Auch eine neue Generation von Sensoren auf der Basis von Kamerasystemen ist in der industriellen Entwicklung. Und ein anderes Thema der Zukunft: Die bessere Anpassung der Technik an die Bedürfnisse des Menschen. So werden in der betrieblichen Realität Schutzeinrichtungen häufig abgebaut oder manipuliert, um überhaupt arbeiten zu können. Hier müssen angepasste intelligente Schnittstellen geschaffen werden.

- 2 Fehlersichere Technik (fail safe) ist durch besondere Schaltungsprinzipien so gestaltet, dass sich Fehler selbsttätig bemerkbar machen.
- 3 Diversitär-redundante Steuerungen bestehen aus mindestens zwei voneinander unabhängigen Kanälen zur Signalverarbeitung in prinzipverschiedener Technik, z.B. ein Kanal elektronisch, einer elektromechanisch.
- 4 Homogene Redundanz bedeutet, dass mindestens zwei Kanäle zur Signalverarbeitung in gleichartiger Technik genutzt werden.

Ergonomie

Die Ergonomie beginnt in den 1970er-Jahren eine Rolle in der berufsgenossenschaftlichen Anwendungsforschung zu spielen, und zwar insbesondere bei der ergonomischen Gestaltung von Persönlichen Schutzausrüstungen, deren Akzeptanz wesentlich durch den Tragekomfort und die Nichtbehinderung bei der Arbeitsausführung beeinflusst wird. Beispiele hierzu sind Projekte zur Verbesserung des Kleinklimas in Schutzhelmen oder der Rutsicherheit von Schutzschuhen und zur Erleichterung des Tragens von Atemschutzgeräten. Weitere

aktivitäten zu berufsbezogenen Muskel-Skelett-Erkrankungen. Zu den größten Problemen gehört die objektive Langzeiterfassung von berufsbedingten Belastungen des Muskel-Skelett-Systems an realen Arbeitsplätzen. Damit befasst sich ein Forschungsprojekt ab 1994. Ergebnis der Arbeiten ist das personengebundene Belastungserfassungssystem CUELA⁵. Direkt auf der Arbeitskleidung angebrachte Sensoren erfassen biomechanische Belastungsdaten, z. B. beim Arbeiten in extremen Körperhaltungen und beim Handhaben von Lasten (Abbildung 27). Die mechanischen Bewegungsdaten im Verlauf einer Arbeitsschicht werden aufge-

Insbesondere bei der Berufskrankheit Nr. 2108 (bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule durch Heben und Tragen von Lasten sowie Arbeiten in extremer Rumpfbeugehaltung) existieren nach wie vor Unsicherheiten hinsichtlich der epidemiologischen Grundlagen. Aus diesem Grund initiierte der HVBG im Jahre 2002 eine große multizentrische epidemiologische Fall-Kontroll-Studie zur wissenschaftlichen Klärung des Ursache-Wirkungs-Zusammenhangs von beruflicher Exposition und bandscheibenbedingten Wirbelsäulenerkrankungen (Deutsche Wirbelsäulenstudie, siehe Seite 266).

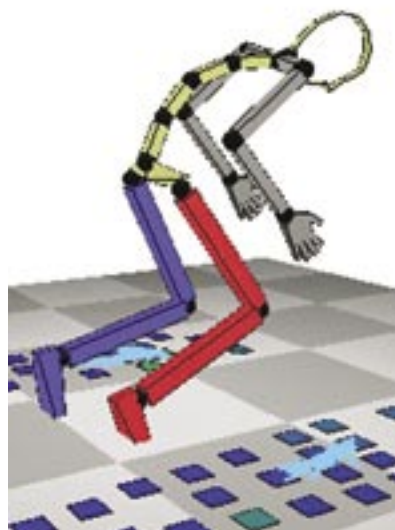


Abbildung 27: Flugzeugmechaniker trägt das CUELA-Messsystem (links); Computerdarstellung der Haltung und Bewegung (rechts).

Themen sind Auffangeinrichtungen bei absturzgefährdeten Arbeiten, die anthropometrische Anpassung von Kapselgehörschützern, befestigt an Schutzhelmen, und die thermophysiologicalen Eigenschaften von Schutzkleidung. Auch bei der Prüfung und Zertifizierung von Sicherheitseinrichtungen, Fahrersitzen, handgehaltenen und handgeführten Geräten, Knieschützern u. a. spielt die Gestaltung nach fortschrittlichen ergonomischen Prinzipien eine Rolle.

Zurückgehend auf den deutschen Vereinigungsvertrag werden 1993 drei Berufskrankheiten, die sich auf bandscheibenbedingte Erkrankungen der Wirbelsäule beziehen, in die Berufskrankheitenliste aufgenommen. In der Folge initiieren die Berufsgenossenschaften Forschungs-

zeichnet und stehen anschließend unmittelbar für Auswertungen zur Verfügung. Das System kann so an die praktischen Erfordernisse angepasst werden, dass selbst Messungen in schwierigen Umgebungen möglich sind, z. B. bei Waldarbeiten, auf Hochspannungsmasten (siehe Seite 276), in Baugruben, an Näharbeitsplätzen (siehe Seite 245) etc. Die Bewertung der Belastungssituationen vor und nach ergonomischen Interventionen ermöglicht zudem erstmals eine zuverlässige Erfolgskontrolle der Präventionsmaßnahmen.

Zur Erleichterung der Ermittlungen im Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren und zur Prävention wird 2001 mit dem Aufbau der Datenbank „OMEGA Wirbelsäulenbelastung“ begonnen. Diese Datenbank wird gemeinsam mit den Berufsgenossenschaften entwickelt und erlaubt Recherchen nach branchen- und berufsbezogenen Expositionen.

Zur Qualifizierung im Bereich Ergonomie werden seit 2001 im Berufsgenossenschaftlichen Institut Arbeit und Gesundheit (BGAG) die „Praxisfelder Ergonomie“ genutzt, in denen Seminarteilnehmer die positiven Auswirkungen ergonomischer Arbeitsgestaltung hautnah erleben können. Ergebnisse aus aktuellen Forschungsvorhaben, wie Empfehlungen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsmitteln, fließen direkt in die Schulungen ein.

Perspektive
 Zukünftige Aktivitäten werden auf die ergonomische Gestaltung von ganzen Arbeitssystemen unter Berücksichtigung des komplexen Zusammenwirkens unterschiedlicher Belastungsfaktoren fokussieren. Eine Unterstützung wird dabei die Weiterentwicklung der OMEGA-Datenbank sein. Ergonomische Bewertungsschemata sind so weiterzuentwickeln, dass neben Überforderungen auch Unterforderungen am Arbeitsplatz erkannt und durch präventive Maßnahmen vermieden werden können. Der demografische Wandel macht es erforderlich, ergonomische Arbeitsgestaltungen auf die Bedürfnisse älterer Arbeitnehmer abzustimmen.

Psychische Belastungen

Psychologische Forschung zur Reduzierung von Unfällen im Arbeitsleben ist älter als die Psychologie im Kontext berufsgenossenschaftlicher Forschung. Erst in den 1970er-Jahren geraten psychologische Fragestellungen in den Blickpunkt der berufsgenossenschaftlichen Unfallursachenforschung. Zu dieser Zeit ist im Arbeitsschutz bereits ein hohes technisches Sicherheitsniveau realisiert, eine techni-

⁵ Computerunterstützte Erfassung und Langzeitanalyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems

sche Optimierung alleine konnte kaum noch eine weitere Reduzierung der Unfallquoten bewirken. Ergänzend gerät das Verhalten der Beschäftigten, z.B. häufiges Umgehen technischer Schutzmaßnahmen oder fehlende Akzeptanz bzw. Nutzung von PSA, in den Blickpunkt der psychologischen Forschung.

In der Folge der Richtlinie 89/391/EWG des Rates der Europäischen Gemeinschaft über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit wird 1996 mit dem Sozialgesetzbuch VII der Präventionsauftrag der Unfallversicherungen in Deutschland um arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren erweitert, was auch psychische Faktoren und die Forschung dazu einschließt. Im Jahr 2000 wird die Norm ISO 10075-1 verabschiedet. Psychische Beanspruchung ist nach dieser Norm „Die unmittelbare [...] Auswirkung der psychischen Belastung im Individuum in Abhängigkeit von seinen jeweiligen [...] Voraussetzungen, einschließlich der individuellen Bewältigungsstrategien“. Als negative Beanspruchungsfolgen werden Monotonie, psychische Ermüdung und psychische Sättigung explizit benannt. Exakte Bedingungen für die Entstehung spezifischer Beanspruchungsfolgen werden zum Forschungsgegenstand.

Spätestens seit dem Inkrafttreten der Richtlinie 89/391/EWG intensivieren die Berufsgenossenschaften auch Forschungsaktivitäten mit Projekten, in denen Checklisten zur Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich psychischer Belastungen am Arbeitsplatz auf wissenschaftlicher Basis erstellt werden oder in denen für spezielle Berufsgruppen, z. B. für Linienbus- und Straßenbahnfahrer (siehe Seite 280) oder Pflegepersonal (siehe Seite 283), eigene Stresspräventionsprogramme entwickelt und systematisch evaluiert werden. Von den Berufsgenossenschaften veranlasste Forschung zu

psychischen Belastungen beinhaltet seit einigen Jahren auch Themen wie „Gewalt am Arbeitsplatz“, „Mobbing“, „Arbeitsplatzunsicherheit“ oder „Posttraumatische Belastungsstörungen und Notfallpsychologie“. Trotz dieser zahlreichen Aktivitäten wird mit dem Thema „Psychische Belastungen“ uneinheitlich umgegangen und dessen Relevanz für die Arbeit der Berufsgenossenschaften zum Teil branchenabhängig unterschiedlich bewertet.

Perspektive

Im Rahmen des 3. Dresdner Forums Prävention mit dem Titel „Psychische Fehlbelastungen in der Arbeitswelt“ (2004 im BGAG) konnte u. a. folgender Konsens festgeschrieben werden, der die Perspektiven für Forschung und Prävention aufzeigt.

- Die Prävention psychischer Fehlbelastungen ist durch den erweiterten Präventionsauftrag der Berufsgenossenschaften abgedeckt: Psychische Fehlbelastungen zählen zu den arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und haben in der betrieblichen Prävention einen hohen Stellenwert.
- Präventionsbedarf wird aus vielen Betrieben angemeldet, die Berufsgenossenschaften helfen bei der Umsetzung verhaltens- und verhältnisorientierter Präventionskonzepte. Dabei wird die Notwendigkeit interdisziplinärer anwendungsbezogener Forschung zur Prävention psychischer Fehlbelastungen bestätigt.

Wandel in der Arbeitswelt

Unter dem Begriff „Wandel der Arbeit“ werden Veränderungen grundlegender Aspekte der Arbeit verstanden, hierzu gehören z. B.

- Lage und Dauer der Arbeitszeit, Teilzeitarbeit

- Art der Beschäftigungsverhältnisse: dauerhafte oder befristete Beschäftigung, Leiharbeit („Zeitarbeit“)
- geschlechterspezifische Aspekte der Arbeit
- demografische Aspekte wie alternde Bevölkerung und Migration
- Ortsgebundenheit und Mobilität der Arbeit
- Verhältnis von Erwerbsarbeit und Nichterwerbsarbeit, Haushalt und Freizeit
- Wandel der Beschäftigtenstruktur und der Inhalte von Tätigkeiten

Fragen der Veränderung in der Beschäftigtenstruktur, z. B. Abnahme der Beschäftigung im Bereich der Rohstoffgewinnung, besonders im Bergbau, und der Unfallhäufigkeiten und -risiken sind die ersten Themen zum Wandel der Formen der Beschäftigung und der Arbeit, denen sich berufsgenossenschaftliche Forschung in den zurückliegenden Jahrzehnten zuwendet. Hierbei wird z. B. der Frage nachgegangen, welcher Anteil am Rückgang der Unfallhäufigkeit der Prävention und welcher dem Wandel der Beschäftigtenstruktur zuzuschreiben ist. Eine wesentliche Erweiterung erfährt dieser Themenkomplex durch den gestiegenen Anteil von Frauen in der Erwerbsarbeit. Als neuer Begriff werden das „gender mainstreaming“ und damit die Beachtung geschlechtsspezifischer Aspekte auch für den Arbeitsschutz relevant.

Probleme der demografischen Entwicklung und ihrer Auswirkungen auf die Gesundheit bei der Arbeit (alters- und altersgerechte Erwerbsarbeit) werden in der „Initiative Gesundheit bei der Arbeit“ (IGA) mit dem Blick auf gezielte Maßnahmen der Gesundheitsförderung in Zusammenarbeit mit den Krankenkassen aufgegriffen. Themen sind „Frühindikatoren für Langzeit-Arbeitsunfähigkeit“ sowie „Szenarien für den betrieblichen

Anzeige Weise

Wandel im Hinblick auf alternde Belegschaften“ (www.iga-info.de, siehe Seite 298). Auch durch die Mitwirkung an der „Initiative Neue Qualität der Arbeit“ (INQA, www.inqa.de) leisten die Berufsgenossenschaften Beiträge zu diesem Themenkomplex.

Dem Thema Arbeitszeit widmet sich das BGAG mit der Studie „Lage und Dauer der Arbeitszeit aus Sicht des Arbeitsschutzes“ im Jahre 2001. Das BGAG analysiert die nationale und internationale Literatur aus der Perspektive des Arbeitsschutzes und leitet Empfehlungen für die Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit ab. Branchenspezifische Probleme werden u. a. von der BG für den Einzelhandel und der BG Bahnen im Zusammenhang mit flexiblen Arbeitszeitmodellen und Dienstplangestaltungen untersucht (siehe Seite 281).

Die Gestaltung gesunder Arbeitsplätze in Callcentern, die in den 1990er-Jahren als typische neue Arbeitsform der Kommunikationsgesellschaft entstanden, steht im Mittelpunkt des Projektes „CCall“ (www.ccall.de) der Verwaltungs-BG in Zusammenarbeit mit dem BGIA und BGAG (Abbildung 28, siehe Seite 247).

Perspektive

Die Arbeit befindet sich schon immer in einem Wandlungsprozess, dieser hat sich jedoch seit den 90er-Jahren des 20. Jahrhunderts erheblich beschleunigt und vervielfältigt und eine

Abbildung 28:
Physiologische
Messungen an ei-
nem Arbeitsplatz
im Callcenter.



Fülle neuer Fragen und praktisch zu lösender Probleme für die Arbeitsschutzforschung aufgeworfen. Setzt sich dieser beschleunigte Wandel im 21. Jahrhundert weiter fort? Vieles deutet darauf hin, dass man gut daran tut, sich darauf einzustellen. Vorausschauende Analyse („horizon scanning“) wird mehr und mehr zu einer ständigen Schwerpunktaufgabe der Arbeitsschutzforschung, um nicht von Entwicklungen überrollt zu werden und die richtigen Schwerpunkte rechtzeitig zu setzen. Schon jetzt ist absehbar, dass weiter steigende Kommunikation und Information, verbunden mit zeitlicher Flexibilität und räumlicher Mobilität in fast allen Bereichen des Arbeitslebens treibende Faktoren des weiteren Wandels der Arbeit sein werden.

Literatur

- [1] 100 Jahre Bergmannsheil. Hrsg.: Bergbau-Berufsgenossenschaft, Bochum 1990.
- [2] Wickenhagen, E.: Geschichte der gewerblichen Unfallversicherungen. Oldenburg, München 1980.
- [3] Die BG (1906), S. 217.
- [4] Bauer, H.-D.: Forschung – gestern – heute – morgen. Kompaß (1985) Nr. 10, S. 439-445.
- [5] Meffert, K. et al.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA. die BG (2005) Nr. 5, S. 242.
- [6] Dahmann, D.: Institut für Gefahrstoff-Forschung – IGF. die BG (2005) Nr. 5, S. 269.
- [7] Brüning, T. et al.: Berufsgenossenschaftliches Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin – Institut der Ruhr-Universität Bochum – BGFA. die BG (2005) Nr. 5, S. 255.
- [8] 25 Jahre Staubforschungsinstitut des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Bonn 1959.

Anzeige U-Tech

Anzeige ASB Mainz